

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie

Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel

Band: 1 (1959-1960)

Heft: 2

Artikel: Geographische Beobachtungen in den Quellgebieten des Doubs und des Ain

Autor: Nussbaum, Fritz / Gygax, Fritz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1089520>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

4. Martonne, E. de (1948): Traité de Géographie physique. Tome II: Le relief du sol, Paris.
5. Mortensen, H. (1949): Rumpffläche, Stufenlandschaft, alternierende Abtragung. Pet. Mitt., S. 1—14.
6. Schmittbennet, A. (1923): Die Oberflächenformen der Stufenlandschaft zwischen Maas und Mosel. Geograph. Abh. 2. Reihe, Heft 1. Stuttgart.
7. Tricart, J. (1950/1): La partie orientale du Bassin de Paris, Etude morphologique. 3 Bde. Paris.
8. Tricart, J. (1951): Die Entstehungsbedingungen des Schichtstufenreliefs im Pariser Becken. Pet. Mitt. S. 98—105.
9. Tricart, J. (1953): Le relief des côtes (cuestas). Cours de morphologie, avec travaux pratiques. Fasc. 1.
10. Vosseler, P. (1927): Das Schichtstufenland und seine Entstehung. Der Schweizer Geograph IV, S. 38—44, 49—54, 65—69.

BUTTES-TÉMOINS MORPHOLOGIQUES ET GÉOLOGIQUES DANS LE RELIEF DE CUESTAS (Résumé)

Bien qu'actuellement les théories sur la formation des cuesta accentuent surtout la grande influence des facteurs morpho-climatiques et structuraux, plusieurs traités modernes de géomorphologie (surtout en Amérique) se contentent à ne mentionner que la théorie de Davis qui attribuait un grand rôle aux rivières subséquentes. A l'instar de De Martonne, la Moselle et la Meuse, au nord-est de la France, sont souvent traitées comme des rivières d'origine subséquente. Nous avons tâché de démontrer que ces rivières aussi bien que la Sûre luxembourgeoise en aval d'Ettelbruck, se sont formées indépendamment du relief des côtes. On y trouve des buttes-témoins géologiques qui, au contraire des buttes-témoins morphologiques isolées devant le front de la cuesta, ont été découpées du revers par l'enfoncement de ces rivières et à l'aide de l'érosion de leurs affluents cataclinaux. La situation des buttes-témoins par rapport au système fluvial fait discerner si on a affaire à des buttes-témoins soit morphologiques, soit géologiques. L'existence de ces dernières prouve que le fleuve en question a été formé antérieurement à l'évolution des côtes.

GEOGRAPHISCHE BEOBACHTUNGEN IN DEN QUELLGEBIETEN DES DOUBS UND DES AIN FRITZ NUSSBAUM UND FRITZ GYGAX

1. GEOGRAPHISCHER ÜBERBLICK

Das Juragebirge, das von den französischen Alpen in nördlicher Richtung abzweigt, beginnt sich vom Quertal Bellegarde - Nantua an gegen Nordosten zu wenden und nimmt schliesslich östlich vom Col de Jougne auf Schweizer Boden ostnordöstliche Richtung an.

Nach der orographischen Gestaltung, nach seinem geologischen Aufbau sowie nach der Art der Wasserführung der Flüsse weist der Schweizer Jura mit dem französischen Juragebiet manche Ähnlichkeiten auf. So ist für beide Teile bezeichnend, dass ihre höchsten Ketten nahe am Rande zum Molasse-Vorland aufragen, während die nachfolgenden Bergzüge mehr und mehr an Höhe abnehmen und schliesslich in ein welliges Plateau übergehen.

Diese Tatsache tritt uns beispielsweise in einem Querschnitt entgegen, den wir von der Gegend von Bière in nordwestlicher Richtung über den Mont Tendre bis nach der Ortschaft Fraroz, unweit von Nozeroy, ziehen. Nach Ueberquerung des breiten, 1683 m hohen Mont Tendre gelangen

wir ins Tal der Orbe, oberhalb des in 1022 m Höhe gelegenen Lac de Joux; von hier steigen wir zu dem 1423 m hohen Mont Risoux empor, der die politische Grenze zwischen der Schweiz und Frankreich bildet und der sich vom Mont d'Or rund 32 km weit in südwestlicher Richtung bis zum Col de la Savline hin erstreckt.

Der im Mittel 5 km breite, schwach geneigte Nordwestabhang des Mont Risoux fällt zu dem synkinalen Längstal ab, in welchem sich die Quellen des Doubs, des Drugeon und der beiden Quellflüsse des Ain befinden; in dieser Talung liegt die Wasserscheide zwischen Doubs und Ain in 970 m Höhe bei der Ortschaft La Chaux-Neuve. Von hier zieht sich die Talung in nordöstlicher Richtung über Mouthe, Rochejean, Les Longevilles und Métabief nach Hôpitaux-Neufs.

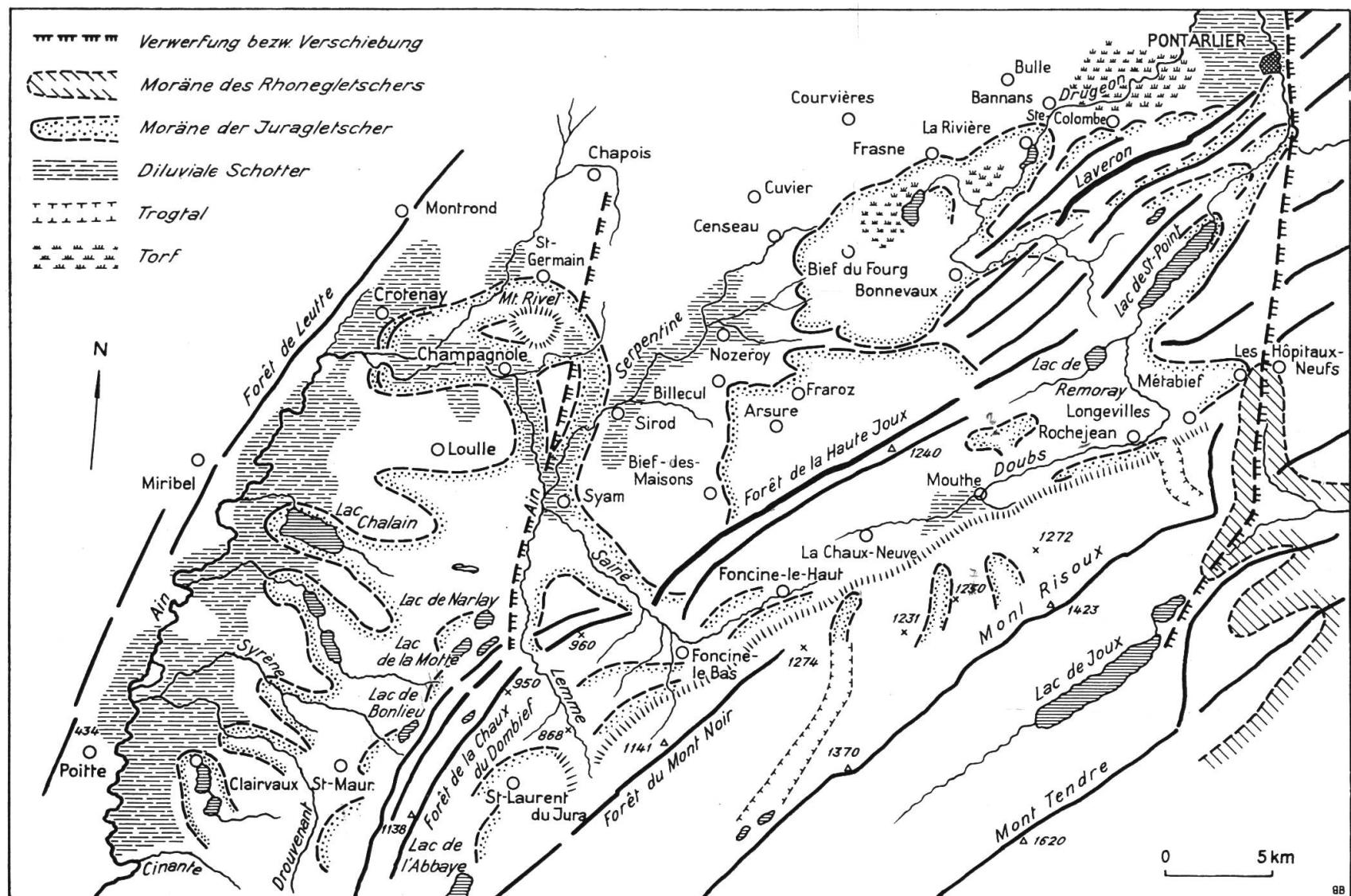
Diesem Längstal verläuft nun noch eine bis 1200 m ansteigende Berg Rückenzone von verschiedener Gliederung parallel. Sie beginnt bei Pontarlier mit den im Mittel 1000 bis 1100 m hohen Montagnes du Laveron und de Chantegrue, einer Gruppe von mehreren abgeflachten Ketten, die vom gewundenen Tal de Drugeon durchquert werden. In ihrer Fortsetzung verläuft sodann die schmale Gewölbekette der Forêt de la Haute Joux, die steil zu dem westlich vorgelagerten Moränengelände von Raroz und Latette abfällt (siehe Kartenskizze).

Wie bereits angedeutet, liegt die Quelle des Doubs in dem eben betrachteten Längstal, und zwar in 937 m bei Mouthe, am Fusse des breiten, westlichen Abfalls des Mont Risoux. Auffälligerweise verlässt der junge Fluss das oben erwähnte Längstal bei Les Longevilles, durchquert in kurzem westlichem Laufe eine niedrige Kette und durchfliesst sodann in einem parallelen Längstal den Lac de St-Point, um sich hierauf in vorwiegend nördlichem Laufe gegen Pontarlier zu richten. Hier tritt er in 840 m Höhe in den Plateaujura über, der sich als wellige Hochebene weit gegen Norden und Nordosten hin ausdehnt¹. Wenige Kilometer nördlich von Pontarlier biegt der Fluss gegen Nordosten um, nachdem er noch unterhalb des Dorfes Doubs als linksseitigen Nebenfluss den Drugeon aufgenommen hat. Beide Flüsse verlieren hier einen Teil ihres Wassers, das unterirdisch der Loue zufliesst. Von der Vereinigung der beiden Flüsse an strömt der Doubs in mehr oder weniger geschlängeltem Laufe dem Fusse einer 950—1070 m hohen Längskette entlang und ergiesst sich nach 36 km langer Strecke in den bekannten Lac des Brenets, der nach H. Schardt infolge eines Bergsturzes aufgestaut worden ist (29).

Bis hieher hat der Doubs mit insgesamt 80 km Länge seinen Oberlauf vollendet, und er beginnt nun seinen Mittellauf in dem 400—500 m tiefen Kanyon, in welchem er auf rund 70 km Länge die Grenze zwischen der Schweiz und Frankreich bildet. Bei St-Ursanne biegt er unvermittelt gegen Westen und kurz darauf gegen Norden um, erreicht die wichtige Rhein-Rhone-Wasserscheide, um sich sodann in vielfach geschlängeltem Unterlaufe gegen Südwesten zu wenden und sich schliesslich nach einer gesamten Flusslänge von 430 km mit der Saône zu vereinigen.

Nach den Untersuchungen der Geologen setzt sich das gesamte französische Jura-gebiet aus den gleichen mesozoischen Formationen wie unser Jura zusammen, wobei die

¹ Wie Kilian ausgeführt hat, handelt es sich hier um eine durch Faltung und spätere Abtragungsvorgänge entstandene Rumpffläche (17).



Kartenskizze der Oberlaufgebiete von Doubs und Ain mit Bildungen der letzten Eiszeit.

Juraformation vorherrscht, und zwar sowohl in den Gewölbeketten wie auch in der breiten Plateauzone. Dagegen ist die Kreisformation fast nur in den Synkinalzonen vorhanden, so beispielsweise in den flachen Mulden südwestlich von Pontarlier, im Gebiet des Drugeon; ferner findet sie sich in der schmalen Synkinalzone, die sich der Längskette der Forêts de la Haute Joux entlangzieht, sowie in der breiten Muldenzone, die sich von St-Laurent über Chaux-Neuve und Mouthe nach Métabief und durch das Doubstal bis zum Lac du St-Point verfolgen lässt. Hier erreicht ihre Mächtigkeit, wobei die sämtlichen Stufen vom Valangien bis zum Cenoman vertreten sind, nach Fournier 750—1000 m (12).

In Hinsicht auf die tektonischen Erscheinungen darf festgestellt werden, dass sich im französischen Jura gleiche Vorgänge abgespielt haben wie in unserem Jura. Ausser den besonders weithin verbreiteten aufrechten und schießen Falten lassen sich hier auch Verwerfungen, Ueberschiebungen und Blattverschiebungen feststellen. Eine solche ist insbesondere ausführlich von A. Heim und A. von Sprecher im Gebiet von Vallorbe—Jougne—Pontarlier beschrieben worden (16, 31).

Eine zweite durch Verwerfungen und Brüche gekennzeichnete Störungszone zieht sich in nördlicher Richtung vom Tal des R. Lumine über Syam nach Mouron; es ist hier der östliche Flügel mit Malm- und Kreideschichten an schiefgestellte Schichten des Doggers und des Lias gestossen worden, wie aus den Profilen von E. de Martonne und Cholley zu entnehmen ist (19, 7).

Aber auch im Pliozän und in der ältesten Diluvialzeit haben sich im Jura Bodenbewegungen eingestellt, und zwar in erster Linie Hebungen und denen zufolge Erosionsvorgänge der betreffenden Flüsse. So ist der mehrere hundert Meter tiefe Kanyon des Doubs nicht auf einmal, sondern durch wiederholte Hebungen des grösseren Teils des Plateaus entstanden, die jeweils entsprechende Eintiefungsvorgänge des Hauptflusses und seiner grössern Zuflüsse zur Folge hatten. Hierüber haben sich bereits mehrere Autoren mehr oder weniger ausführlich geäussert, so beispielsweise A. Buxtorf, A. Gläuser, E. Bell, E. Schwabe (4, 15, 1, 30). Eine grosse Erosionsarbeit haben in jener Zeit auch die Loue und ihre Zuflüsse geleistet. Man darf annehmen, dass die letzte Eintiefung der genannten Flüsse vor der grossen Eiszeit vollendet war; denn entsprechende Ablagerungen lassen sich bis in das Niveau der heutigen Flüsse hinab verfolgen. Wir werden solche Vorkommnisse auch im Talgebiet des Ain kennen lernen, wo wir sie in Verbindung mit eiszeitlichen Ablagerungen festgestellt haben.

2. EISZEITBILDUNGEN IM FRANZÖSISCHEN JURA

Die Diluvialzeit war bekanntlich durch einen mehrmaligen Wechsel von kühlen und feuchten sowie von trockeneren, wärmeren Perioden gekennzeichnet. Während den Kaltzeiten lag die Schneegrenze so tief, dass die Gletscher der Hochgebirge gewaltig angewachsen waren und sich weit über die flachen Vorländer ausbreiteten und dass auch die nur 1500 bis 2000 m hohen Mittelgebirge eigene Gletscher trugen.

So lassen sich im französischen Jura Moränen und Findlinge aus den zwei letzten Eiszeiten nachweisen. Von diesen war nach Penck und Brückner die *Riss-Eiszeit* durch eine aussergewöhnliche Ausdehnung gekennzeichnet. Nach den Untersuchungen verschiedener Forscher stieg beispielsweise der Rhonegletscher im Juragebiet auf 1400—1450 m Höhe hinauf; mehrere seiner Zungen überschritten die Einsattelungen von St-Cergue, Jougne-Pontarlier, Ste-Croix u. a. und überquerten sogar den Doubs und Teile des Plateaujuras. Nach den Untersuchungen von Benoît, Bourgeat, Chabot, Piroutet und Delebecque dehnte sich das Eis bis Nods, Ornans, Arbois, Poligny und Lons-le-Saunier aus (2, 3, 6, 26, 9, 25). Bei Anlass verschiedener Exkursionen haben sich auch die Verfasser der vorliegenden Abhandlung von der Richtigkeit der Beobachtungen französischer Forscher überzeugen können (22, 23). Diese grosse Ausdehnung des diluvialen

Rhonegletschers hat auch R. Frei in zutreffender Weise wiedergegeben (13). Mit Ausnahme der genannten westlichen Randgebiete ist das östlich davon aufragende, 400—500 m hohe Plateau durch eine ausgesprochene Armut an eiszeitlichen Ablagerungen gekennzeichnet.

Anders liegen dagegen die Verhältnisse unmittelbar östlich der langgezogenen, schmalen Antiklinale der Forêt de Leutte; hier sind insbesondere die würmeiszeitlichen Bildungen noch in guter Entwicklung vorhanden, wie bereits Delebecque nachgewiesen hat. Aber es fehlt auch nicht an ziemlich mächtigen Ablagerungen, die offenbar noch aus der Risseiszeit stammen.

Dies gilt vorerst für das *Doubsgebiet*, wo sowohl bei Pontarlier wie auch weiter flussabwärts bis in die Gegend von Morteau diluviale Schotter sowie Moränen an mehreren Orten nachgewiesen worden sind, nämlich bei Arçon, bei Maison du Bois, bei Hauterive und bei Mont le Bon; an jedem dieser Orte finden sich fluvioglaziale Schotter; sie erscheinen bei Arçon im Flussniveau, während sie bei zwei andern Orten über 20 m hohen Felssockeln, bei Maison du Bois über 10 m mächtiger Moräne liegen. Hier finden sich mehrere z. T. kopfgrosse Walliser Blöcke, und in den Schottern kommen ebenfalls alpine Gerölle vor; daraus darf der Schluss gezogen werden, dass wir es hier noch mit Ablagerungen des risseiszeitlichen Rhonegletschers zu tun haben.

Ebenso gemischt ist das Material des aus Deltaschichten und Moränen aufgebauten, über 30 m hohen Hügels Le Mont, der sich westlich von Pontarlier erhebt und der seinerzeit von Benoît ausführlich beschrieben worden ist (2).

4—5 km südwestlich von Pontarlier liegen die Dörfer Ste-Colombe und Granges-Narboz in 825 m auf Gletscherschutt, der dem Fusse der 1000—1100 m hohen Laveronkette entlang abgelagert ist. In einem grösseren Aufschluss von stark lehmigem Grundmaterial fanden sich neben reichlichen lokalen Kalkgeschieben auch mehrere Gesteine von alpiner Herkunft. An beiden Orten dürfte es sich um Ablagerungen aus der Rückzugsphase der Riss-Eiszeit handeln. Aber ähnlich wie bei Pontarlier befinden sich auch hier die beschriebenen Gletscherbildungen in unmittelbarer Nachbarschaft von würmeiszeitlichen Ablagerungen des Doubs-Drugeon-Gletschers, von denen hiernach die Rede sein soll.

3. DIE WÜRM-EISZEIT IM DOUBSGEBIET

Während der letzten Eiszeit erreichte der Rhonegletscher nicht mehr die riesige Ausdehnung wie in der Risseiszeit; er stand an den Juraketten der Westschweiz in 1170—1200 m Höhe und vermochte nur an wenigen Stellen schmale Zungen über niedrige Einsattelungen hinüber zu schieben. Eine solche Zunge drang bei Vallorbe-Jougne bis nach Hôpitaux-Neufs vor, wo sie Moräne in 1100 m ablagerte (24, 25).

Unter den Juragletschern besass der Doubsgletscher eine ansehnliche Ausdehnung mit einer Gesamtlänge von 36 km; dabei reichte seine Zunge bis in die Nähe von Pontarlier, wo er Moränen ablagerte und weiter nordwärts fluvioglaziale Schotter aufschüttete. Südlich von Pontarlier finden sich an mehreren Orten Rückzugsmoränen mit vorgelagerten Schotter-

terrassen, so zunächst beim «Monument», sodann bei Oye und bei Chaon; hier dämmt die Moräne zusammen mit einer Felsschwelle den 6,6 km langen und 40,3 m tiefen Lac de St-Point ab, der in einer Kreidemulde liegt.

So erscheint der See auf den ersten Blick tektonisch bedingt zu sein; aber an seiner Entstehung haben ohne Zweifel auch abtragende Kräfte mitgewirkt, so in erster Linie solche der Verwitterung, der Abspülung und der Erosion. Die an den Ufern des Sees aus Kreidekalken gebildeten Felshügel sind stark abgeschliffen; sie bestehen aus sehr steil gestellten Schenkeln, deren Fortsetzung wir in der Luft suchen müssten, wie aus den Profilen von E. Fournier hervorgeht (12). Es liegt also ein geologisches Muldental vor, das durch die normalen Abtragungsvorgänge in ein Erosionstal umgewandelt worden ist und das sodann durch die eiszeitlichen Gletscher eine beckenförmige Eintiefung erhalten hat. Unmittelbar nach der letzten Eiszeit hat sich dieses Zungenbecken noch über den Lac de Remoray bis auf eine gesamte Länge von 12 km ausgedehnt. Eine ähnliche Lage und Entwicklung lässt sich auch für die beiden benachbarten, aber auf Schweizerboden gelegenen Seen im Jouxtal annehmen.

Das Nährgebiet des Doubsgletschers befand sich am breiten, leicht abfallenden Nordwesthang des Mont Risoux, dessen höchster Punkt in 1431 m liegt, während seine mittlere Kammhöhe 1370 m beträgt. Da die Isohypse von 1200 m nur in geringem Abstand vom Kamme verläuft und ein relativ kleines Areal umschliesst, dürfte die eiszeitliche Schneegrenze des Doubsgletschers annähernd in 1100—1000 m Höhe gelegen haben. A. Penck ist zu einem gleichen Betrag gelangt (25, p. 680). Auffällig ist der Umstand, dass die 4—5 km breite, leicht geneigte Nordwestabdachung des Mont Risoux von mehreren trogförmigen Tälchen durchzogen wird, die jedoch kein fliessendes Wasser führen, in denen sich aber Moränen aus einem Rückzugsstadium der letzten Eiszeit, bei einer Schneegrenze von 1200 m, vorfinden. Besonders gut ausgeprägt sind Trogform und Lokalmoränen in dem 12 km langen Tal von La Chapelle, das bei La Chaux-Neuve mit deutlicher Stufe in das Längstal von La Chaux-Mouthe einmündet.

Als der Doubsgletscher oberhalb Pontarlier endete, zweigte sich von ihm eine Zunge auf der Ostseite ab, die über St-Antoine und Métabief die Quertalung von La Jougne erreichte und in der Gegend von Höpitaux-Neufs mit einer seitlichen Zunge des Rhonegletschers zusammenstoss (siehe Karte).

Wesentlich grösser war der auf der Westseite vom Doubsgletscher sich abwendende Seitengletscher im Tal des Drugeon, der bei Bonnevaux aus dem Kettenjura heraustrat und sich von hier fächerförmig ausbreitete. Seine gut erhaltenen Endmoränen lassen sich über die Ortschaften Bouverans, La Rivière, Dompierre, Frasne, von hier in südwestlicher Richtung über Bief du Fourg, Communailles-en-Montagne, Froidefontaine und von da ostwärts gegen Mignovillard verfolgen. Diese Moränenhügel umschließen ein weites, von flachen Hügeln, von kleinen Seen und Sümpfen eingenommenes Zungenbecken, das sich 9 km weit in nordöstlicher Richtung hinzieht und vom Drugeon in trägem, vielfach gewundenem Lauf durchzogen wird (14).

Der westliche Aussenrand dieser Endmoränen wird von mehreren Bächen entwässert, die von dem R. Serpentine, einem Zufluss des Ain, gesammelt werden; in ihren Talrinnen flossen ehemals auch Schmelzwässer des Drugeon und lagerten dabei Schotter ab, die heute noch in guterhaltenden Terrassen zu erkennen sind; solche finden sich beispielsweise west-

lich von Grange Valdahon, ferner südlich von Communailles, und von da an im Tal der Serpentine, östlich und südlich des Hügels von Nozeroy; sie lassen sich talabwärts gegen Conte bis 1 km südlich von Sirod verfolgen. Auf eine Länge von 14 km sind zwei dieser Schotterterrassen zu erkennen, die dann bei Bourg-de-Sirod unvermittelt mit Deltastruktur aufhören, offenbar aus dem Grunde, weil sie durch den Gletscher der Saine gestaut worden waren.

Das eben genannte terrassenförmige Tal der Serpentine begrenzt ein welliges Plateau, das südostwärts von 830 m allmählich bis auf zirka 1000 m ansteigt, wo es den Fuss der gegen 1240 m hohen Gewölbekette der Forêt de la Haute Joux erreicht. Das gegen 5 km breite Plateau, auf dem die Dörfer Favière, La Latette, Fraroz und Arsuse liegen, stellt die Moränenlandschaft eines Lokalgletschers dar, der bei einer Schneegrenze von 1000 m Höhe am Westabhang der eben genannten 1240 m hohen Kette gelegen haben mag. Es war hier möglicherweise eine Art von Plateauvergletscherung vorhanden. Eine solche dürfte auch im Einzugsgebiet des Ain bestanden haben, das unmittelbar an das soeben betrachtete Flussgebiet des Doubs grenzt.

4. DILUVIALBILDUNGEN IM AINGEBIET

Der Aingletscher

In der gleichen synkinalen Längstalung, in welcher der Doubs entspringt, liegen auch, wie bereits angedeutet, die Quellgebiete der beiden kleinen Flüsse Saine und Lemme, aus denen der *Ain* hervorgeht. Sie durchqueren vorerst in engen, teilweise gestuften Quertälern die schmale Gewölbezone der Forêts de la Chaux du Dombief und vereinigen sich nach ungefähr 14 km langem Laufe in 538 Meter Höhe im Becken von Syam. Von hier fliesst nun der *Ain* genannte Fluss vorerst gegen Nordwesten, dann in westlicher Richtung in einem gegen 40 m tiefen Engtal durch die Terrassenlandschaft von Champagnole und die Endmoränen von Crottenay. An diese schliesst sich eine deutliche Niederterrasse, in die sich der *Ain* eingeschnitten hat und wo er sich sodann nach Süden wendet. Er wird zu dieser Biegung durch die schmale Gewölbekette der Forêt de Leutte veranlasst, die sich in südnördlicher Richtung weithin verfolgen lässt (vergl. Karte).

In dem oberhalb von Crottenay gelegenen Abschnitt des *Ain* finden sich sowohl Ablagerungen der letzten Eiszeit wie auch solche aus einer früheren Epoche. So hat sich der Fluss oberhalb von Champagnole bei «Sur Gerland» in 525 m Höhe in nagelfluhartigen Deltaschotter eingeschnitten, der von jüngerem Diluvium überdeckt ist. Gleichartige Bildungen von insgesamt 50 m Mächtigkeit lassen sich am *Ain* nördlich von Ney erkennen; hier liegen unter 5 m mächtigem Fluvioglazial 25 m mächtige verfestigte Deltaschotter, unter diesen 10 m Lehmschichten und zuunterst typische Grundmoräne.

7 km unterhalb von Champagnole, bei La Buchille, hat sich der *Ain* gegen 45 m tief in jüngere und ältere Diluvialbildungen eingeschnitten; unter den jungen Gletscherablagerungen liegen schiefe, teilweise verfestigte Sand- und Lehmschichten von bedeutender Mächtigkeit.

Während der letzten Eiszeit endete, wie bereits Delebecque berichtet hat, der Aingletscher bei Crotenay, wo sich mehrere guterhaltene Moränenwälle und eine deutliche Niederterrasse vorfinden, die sich auf dem südlichen Ufer des Ain erkennen lassen (11). Hier endeten die beiden Zungen des Aingletschers, die mit einer Mächtigkeit von 250 m im Becken von Syam, kaum vereinigt, sich bald wieder trennen mussten. Der rechte Arm bewegte sich, einen früheren Ainlauf benützend, nordwärts über Bourg, Equeviller nach St-Germain, wandte sich dann, nördlich vom Mont Rivel, westwärts und vereinigte sich bei Crotenay mit der andern Zunge, die, dem Aintal folgend, gegen Champagnole und von hier westwärts geflossen war. Nach dem Gletscherrückzug schnitt sich der Ain in die 40 m hohe Schotterterrasse unter Bildung von drei Talterrassen sein heutiges Bett ein.

Westlich vom Becken von Syam finden sich noch Moränenzüge bei Vaudioux, Pillemoine und Loulle, die offenbar durch einen Seitenarm des Aingletschers abgesetzt worden sind. Rückzugsmoränen eines späten Stadiums liegen in den Umgebungen von Foncine-le-Haut in 920—950 m, bei Foncine-le-Bas in 830—850 m und bei Les Theyvéniaz in zirka 940 Meter. Als der Aingletscher bei Crotenay endete, besass er eine Länge von 35 km. Sein Einzugsgebiet reichte im südlichen Teil des Mont Risoux bis auf 1200 m hinauf. Demnach dürfte seine Schneegrenze in 950—1000 Meter Höhe gelegen haben.

Weitere Gletscherbildungen im Aingebiet

Betrachten wir nun noch die vom Ain in vielen, wenn auch kleineren Biegungen durchflossene und von ihm entwässerte Landschaft, die sich zwischen der schmalen Kette der Forêt de Leutte und der 1138 m hohen Antiklinalzone der Forêts de la Chaux du Dombief ausdehnt. Dieses 15 km breite Gelände setzt sich aus verschiedenen Oberflächenformen zusammen und ist mehrheitlich von hügeliger Beschaffenheit. Von den weithin verfolgbaren Terrassen, in die sich der Fluss 30—40 m tief eingeschnitten hat, steigt das Land ostwärts über gut erkennbare Moränenwälle und sodann über flache Felshügel der Juraformation zu 750—850 m Höhe an; von hier fällt es zu einer mit mehreren kleinen Seen ausgestatteten Längstalung in rund 700 m Höhe ab, die durch die Lage von Kreideschichten bedingt ist. Auf ihrer Ostseite steigt das Gelände steil zu der 950—1140 m hohen, bereits genannten Gewölbezone der Forêts de la Chaux du Dombief an.

Die Eiszeitablagerungen des eben beschriebenen Aingebietes sind bereits von Delebecque festgestellt worden (11). So hat dieser Forscher auch auf ältere Moränen und darüber gelagerte, zum Teil verfestigte Deltaschotter hingewiesen, die im Tal des Ain an mehreren Orten vorkommen. Es sei hier nur an die entsprechenden Ablagerungen beim Pont de Poitte sowie östlich davon im engen Taleinschnitt des Drouvenant-Baches, in der Nähe von Clairvaux, hingewiesen.

Der genannte Bach gehört zu der Reihe von kleinen Seitenflüssen, die dem Ain von Osten her zufließen und von denen fast jeder den Abfluss von einem oder zwei Moränenseen bildet. Der grösste dieser hübschen

Seen ist der Lac Chalain, der 2,9 km Länge besitzt und vom Bief de l'Euf entwässert wird. Es folgt der R. Hérisson, der die beiden Seen von Chambly und Du Val speist. Der bereits genannte Drouvenant nimmt den Abfluss der beiden Seen bei Clairvaux auf.

Die eben genannten Seen liegen in den Zungenbecken verschiedener eiszeitlicher Gletscher, die auch ostwärts der Seen an mehreren Orten Moränen abgelagert haben und deren Einzugsgebiete zum Teil mit dem des Lemmegletschers zusammengefallen sein dürften. Dies gilt namentlich für den Gletscher des Lac de Chambly sowie für den Hérisson-Gletscher; beide besassen Firne, die bis auf die 1141 m hohe Kette der Forêt du Mont Noir reichten und die breite, 900—930 m hoch gelegene Synklinaltung von St-Laurent einnahmen. Von hier bewegten sich die Gletscher westwärts über die nur wenig höhere Kalkkette der Forêts de la Chaux du Dombief und über die genannte schmale Kreidezone mit den verschiedenen kleinen Seen: Lac de Narlay, Lac de Maclu und Lac de la Motte; südlich von ihnen befindet sich in gleicher Lage der Lac de Bonlieu, der ebenfalls im Bereich einer Gletscherzunge lag. Diese reichte, nach Moränen und Gletscherschliffen zu schliessen, bis Uxelles, im breiten Tal des Syrène-Baches (vgl. die Kartenskizze).

Im Bereiche des R. Drouvenant lagen zwei Gletscherzungen; die eine endete bei Cogna, von wo sich eine breite Seitenmoräne ostwärts mehrere Kilometer weit gegen St-Maurice hin verfolgen lässt. Die andere Zunge lag im Tal der beiden Seen von Clairvaux und endete wenig unterhalb dieser Ortschaft. Moränen dieses Gletschers liegen bei Soucia und Thoiria. Südlich dieser Ortschaft reichen ältere Moränen in dem engen Tälchen des R. Cinante bis zum Ain hinab; sie gehörten einem Gletscher an, durch den wohl der Fluss zu einem See gestaut worden war, in welchem die Deltaschotter entstanden, von denen oben die Rede gewesen ist. Der letzten Eiszeit angehörende Moränen finden sich in der Umgebung von Meussia, dazu ein Felsrundbuckel mit einem Gletscherschliff. Das Quellgebiet des R. Cinante reicht bis in die Berglandschaft von Etival hinauf, deren nordsüdlich streichende Ketten die Höhen von 880—950 m nicht übersteigen.

Auf der von uns benützten französischen Karte 1 : 80'000 sind in den Einzugsgebieten des Doubs und des Ain zahlreiche kleinere und grössere Seen eingezzeichnet, über deren Lage wir uns bereits geäussert haben. Nun hat vor 60 Jahren A. Magnin eine eingehende Beschreibung der Lage, der Grösse, der Tiefenverhältnisse und der Entstehung aller im französischen Jura vorhandenen Seen gegeben (18). Der genannte Verfasser teilt diese Seen nach ihrer Entstehung in tektonische Seen, Einsturzseen, Seen verschiedener geologischer Entstehung sowie durch Bergstürze und Moränen gestaute Seen. A. Delebecque hat eine ähnliche Einteilung jener Seen vorgenommen und von vielen Tiefenkarten entworfen (8). Wie bereits bemerkt, befinden sich sozusagen alle Seen des Doubs- und des von uns besuchten Aingebietes im Bereich der diluvialen Juragletscher, und wir haben daraus geschlossen, dass ihre Lage und Entstehung in ursächlichem Zusammenhang mit den ehemaligen Gletschern stehen dürften. Von den Seen des Doubsgebietes ist bereits die Rede gewesen.

Nach ihrer Lage lassen sich die Seen des obren Aingebietes in die folgenden Gruppen einteilen:

1. *Endmoränenseen*:

L. de Chalain, L. de Chambly, L. du Val, zwei Seen bei Clairvaux;

2. *Seen am Westrande der Faltenzone* (schmale Kreidemulde):

L. de Narlay, L. de la Motte, Grand et Petit L. de Maclu, L. de Bonlieu, L. de Vernoirs, L. du Fioget;

3. Seen der Jurafaltenzonen und der breiten Kreidemulde:

L. de Ratay, L. d'Abbaye, L. des Perrets, L. du Bré, Grand et Petit L. d'Etival, L. de Fange, L. de l'Assencière (R. Cinante), l'Etang (P. 818), L. d'Antre (P. 824), L. St-Christophe; die drei letztgenannten Bergseen liegen in Karen.

In der näheren und weitern Umgebung all dieser Seen befinden sich eiszeitliche Moränen, und die Seen stellen glaziale Eintiefungen in Gebieten ehemaliger Gletscher dar. Diese Eintiefungen sind an einigen Orten, wo sie auf Kalkschichten liegen, abflusslos. Aber sie sind flach beckenförmig und weisen keine Ähnlichkeit mit den von G. Chabot im Gebiet des Revermont beschriebenen Dolinen und Entonnoirs auf (5).

Karten:

1. Carte de France des Frontières 1 : 200 000, 1912.
2. Carte géologique de France, feuille Pontarlier 1 : 80 000.
3. Heim und Schmidt, Geologische Karte der Schweiz 1 : 500 000, 1894.

Literatur

1. Bell E. (1931): Monographie de la vallée du Doubs entre Les Brenets et Biaufonds. Thèse Univ. Fribourg.
2. Benoît E. (1876): Note sur une expansion des glaciers alpins dans le Jura central par Pontarlier. Bull. Soc. France, T. V.
3. Bourgeat (1905): Sur la bordure occidentale du Jura entre St-Amour et Salins. Bull. Soc. Géol. Fr. T. V. 4me sér.
4. Buxtorf A. (1920): Ueber alte Doubsläufe zwischen Biaufonds und Soubey. Eclog. geol. Helv. T. 16.
5. Chabot G. (1913): Le Revermont. Ann. de Géogr.
6. Chabot (1927): Les Plateaux du Jura Central. Strasbourg.
7. Chabot G. und Cholley A. (1931): Jura et Préalpes de Savoie. Congr. internat. de Géogr. Paris.
8. Delebecque A. (1898): Les Lacs français. Paris.
9. Delebecque A. (1909): Sur les terrains glaciaires des feuilles de Besançon, Pontarlier et Lons-le-Saunier. Bull. serv. cart. géol. Fr.
10. Delebecque A. (1907): Contribution à l'étude des terrains glaciaires des Vallées du Doubs etc. Bull. ser. c. géol. Fr. 115.
11. Delebecque A. (1902): Les terrains glaciaires du bassin de l'Ain. Bull. sér. carte géol. Fr. N. 73, T. XIII.
12. Fournier E. (1901): Étude sur la tectonique du Jura Comtois. Bull. Géol. Fr. 4me sér.
13. Frei R. (1912): Ueber die Ausbreitung der Diluvialgletscher in der Schweiz. Beitr. Geol. Karte Schweiz, N. F. 41.
14. Girardin P. und Nussbaum F. (1907): Sur les formations de la Chaux-d'Arlier. C. R. Acad. Sc. Paris.
15. Glauser A. (1938): Geolog. Beschreibung des Kartengebiets von Blatt Montfaucon im Berner Jura. Diss. Basel.
16. Heim A. (1919): Geologie der Schweiz. S. 676. Leipzig.
17. Kilian W. (1894): Contribution à la Connaissance de la Franche-Comté septentriionale. Ann. de Géogr. T. 3.
18. Magnin A. (1894): Contribution à la limnologie française: Les lacs du Jura. Ann. de Géogr. Paris, T. IV.
19. Martonne E. de (1942): La France, Géogr. Univers. T. VI, Paris.
20. Meylan R. (1929): La Vallée de Joux. Thèse Neuchâtel.
21. Mühlethaler Ch. (1932): Etude géologique de la région de Verrières. Thèse Neuchâtel.
22. Nussbaum F. (1936): Ueber die Verbreitung alpiner Geschiebe der Risseiszeit im nördlichen französischen Jura. Verh. 3. Int. Quart. Konf. Wien.
23. Nussbaum F. und Gygax F. (1936): Zur Ausdehnung des risseiszeitlichen Rhonegletschers im französischen Jura. Eclog. geol. Helv. Vol. 28.
24. Pasquier L. du (1892): Sur les limites de l'ancien glacier du Rhône le long du Jura. Bull. Soc. sc. natur. Neuchâtel T. XX.
25. Penck A. und Brückner E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig.

26. *Piroutet M.* (1913): Sur l'existence dans les environs de Salins de dépôts glaciaires etc. Bull. Soc. géol. Fr. 4me sér.
27. *Rittener Th.* (1902): Géologie des Côtes aux Fées. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz.
28. *Rollier L.* (1893): Structure et histoire géologique du Jura central. Ibid.
29. *Schardt H.* (1903): Notes sur l'origine du Lac des Brenets. Mél. géolog.
30. *Schwabe E.* (1939): Morphologie der Freiberge. Diss. Basel.
31. *Sprecher Ch.* (1917): Beitrag zur Kenntnis der Querstörung Moullens-Vallorbe-Pontarlier. Diss. Burgdorf.

OBSERVATIONS GÉOGRAPHIQUES DANS LES BASSINS SUPÉRIEURS DU DOUBS ET DE L'AIN (Résumé)

Les deux grandes rivières qui descendent du Jura français, le Doubs et l'Ain, ont leurs sources dans la vallée synclinale qui longe la chaîne du Mont Risoux (1423 m). Le Doubs, après avoir quitté la région montagneuse, se dirige vers le nord-est et il entre, en aval de Pontarlier, dans le large plateau qui s'étend vers l'ouest et qu'il traverse dans une profonde vallée d'érosion. L'Ain, au contraire, dans sa partie supérieure, est formé par deux petites rivières, la Lemme et la Saune, qui se réunissent en amont de Champagnole. Plus bas, l'Ain tourne vers le sud et il suit, sur une longue distance, l'une et l'autre des vallées longitudinales des régions du Plateau-«Vorland».

Dans les régions supérieures des deux grandes rivières déjà nommées, les géologues ont constaté de puissantes terrasses de graviers et de collines de moraines, datant de la dernière époque glaciaire. En outre, dans ces régions, il y a une douzaine de petits lacs dont quelques-uns, p. ex. le Lac de St-Point, le Lac de Chalain, les Lacs de Chamby et du Val, sont barrés par des moraines terminales des glaciers de la dernière glaciation. Pendant cette époque, la limite des neiges éternelles, dans notre partie du Jura français, se trouvait probablement à 900—1000 m d'altitude.